

5

## Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges

10 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges, insbesondere eines Stahlbandes, in der der Metallstrang vertikal durch einen das geschmolzene Beschichtungsmetall aufnehmenden Behälter und durch einen vorgeschalteten Führungskanal hindurchgeführt wird, mit  
15 mindestens zwei beiderseits des Metallstranges im Bereich des Führungskanals angeordneten Induktoren zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls im Behälter.

Klassische Metall-Tauchbeschichtungsanlagen für Metallbänder weisen einen wartungsintensiven Teil auf, nämlich das Beschichtungsgefäß mit der darin be-  
20 findlichen Ausrüstung. Die Oberflächen der zu beschichtenden Metallbänder müssen vor der Beschichtung von Oxidresten gereinigt und für die Verbindung mit dem Beschichtungsmetall aktiviert werden. Aus diesem Grunde werden die Bandoberflächen vor der Beschichtung in Wärmeprozessen in einer reduzierenden Atmosphäre behandelt. Da die Oxidschichten zuvor chemisch oder ab-  
25 rasiv entfernt werden, werden mit dem reduzierenden Wärmeprozess die Oberflächen so aktiviert, dass sie nach dem Wärmeprozess metallisch rein vorliegen.

Mit der Aktivierung der Bandoberfläche steigt aber die Affinität dieser  
30 Bandoberflächen für den umgebenden Luftsauerstoff. Um zu verhindern, dass Luftsauerstoff vor dem Beschichtungsprozess wieder an die Bandoberflächen gelangen kann, werden die Bänder in einem Tauchrüssel von oben in das Tauchbeschichtungsbad eingeführt. Da das Beschichtungsmetall in flüssiger Form vorliegt und man die Gravitation zusammen mit Abblasvorrichtungen  
35 ("Luftmesser") zur Einstellung der Beschichtungsdicke nutzen möchte, die nachfolgenden Prozesse jedoch eine Bandberührung bis zur vollständigen Er-

5 starrung des Beschichtungsmetalls verbieten, muss das Band im Beschichtungsgefäß in senkrechte Richtung umgelenkt werden. Das geschieht mit einer Rolle, die im flüssigen Metall läuft. Durch das flüssige Beschichtungsmetall unterliegt diese Rolle einem starken Verschleiß und ist Ursache von Stillständen und damit Ausfällen im Produktionsbetrieb.

10

Durch die gewünschten geringen Auflagedicken des Beschichtungsmetalls, die sich im Mikrometerbereich bewegen können, werden hohe Anforderungen an die Qualität der Bandoberfläche gestellt. Das bedeutet, dass auch die Oberflächen der bandführenden Rollen von hoher Qualität sein müssen. Störungen an diesen Oberflächen führen im allgemeinen zu Schäden an der Bandoberfläche. Dies ist ein weiterer Grund für häufige Stillstände der Anlage.

Um die Probleme zu vermeiden, die im Zusammenhang mit den im flüssigen Beschichtungsmetall laufenden Rollen stehen, sind Lösungen bekannt, die ein nach unten offenes Beschichtungsgefäß einsetzen, das in seinem unteren Bereich einen Führungskanal definierter Höhe zur vertikalen Banddurchführung nach oben aufweist und zur Abdichtung einen elektromagnetischen Verschluss einzusetzen. Es handelt sich hierbei um elektromagnetische Induktoren, die mit zurückdrängenden, pumpenden bzw. einschnürenden elektromagnetischen Wechsel- bzw. Wanderfeldern arbeiten, die das Beschichtungsgefäß nach unten abdichten.

Eine solche Lösung ist beispielsweise aus der EP 0 673 444 B1 bekannt. Einen elektromagnetischen Verschluss zur Abdichtung des Beschichtungsgefäßes nach unten setzt auch die Lösung gemäß der WO 96/03533 bzw. diejenige gemäß der JP 5086446 ein.

Für eine genaue Regelung der Lage des Metallstranges im Führungskanal sehen die DE 195 35 854 A1 und die DE 100 14 867 A1 spezielle Lösungen vor. Gemäß den dort offenbarten Konzepten ist vorgesehen, dass neben den Spulen zur Erzeugung des elektromagnetischen Wanderfeldes zusätzliche Korrek-

5 turspulen vorgesehen sind, die mit einem Regelungssystem in Verbindung stehen und dafür Sorge tragen, dass das Metallband beim Abweichen von der Mittellage in diese wieder zurückgeholt wird.

10 Der bei den vorstehend diskutierten Lösungen zum Einsatz kommende elektromagnetische Verschluss zur Abdichtung des Führungskanals stellt insoweit eine magnetische Pumpe dar, die das Beschichtungsmetall im Beschichtungsbehälter zurückhält.

15 Die industrielle Erprobung derartiger Anlagen hat ergeben, dass das Strömungsbild auf der Oberfläche des Metallbades, d. h. die Badoberfläche, relativ unruhig ist, was auf die elektromagnetischen Kräfte durch den Magnetverschluss zurückgeführt werden kann. Die Unruhe im Bad hat zur Folge, dass die Qualität der Schmelztauchbeschichtung negativ beeinflusst wird. Durch das sich oberhalb des Beschichtungsbehälters befindliche "Luftmesser" wird näm-  
20 lich, wie oben bereits erwähnt, überschüssiges flüssiges Metall vom beschichteten Strang abgeblasen. Für eine genaue Einstellung der Beschichtungsdicke ist eine ruhige Metallbadoberfläche unabdingbar.

25 Zur Badberuhigung besteht jedoch nicht die Möglichkeit, die Intensität des magnetischen Feldes nennenswert zu reduzieren, ohne damit die Dichtigkeit des Magnetverschlusses zu gefährden. Aus der DE 102 54 307 A1 ist es nämlich bekannt, dass für das Sicherstellen der Dichtigkeit des Verschlusses in Abhängigkeit der Höhe des Pegels im Beschichtungsbad eine gewisse Mindeststärke des Magnetfeldes erforderlich ist. Dort wird vorgesehen, dass die Festlegung  
30 der Höhe der durch die Induktoren erzeugten magnetischen Feldstärke in Abhängigkeit des Pegelstandes des geschmolzenen Beschichtungsmetalls im Behälter erfolgt.

35 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Schmelztauchbeschichten eines Metallstranges der eingangs genannten Art zu schaffen, mit der es möglich ist, den genannten Nachteil zu überwinden. Es soll

- 5 also sichergestellt werden, dass das Tauchbad beim Einsatz eines elektromagnetischen Verschlusses ruhig bleibt, wodurch die Qualität der Beschichtung erhöht werden soll.

Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet,  
10 dass der Abstand der den Führungskanal begrenzenden Wände in Richtung normal auf die Oberfläche des Metallstranges im Bereich der Höhererstreckung des Führungskanals zwischen dessen Unterseite und dem Bodenbereich des Behälters nicht konstant ausgebildet ist.

- 15 Hiernach wird also vorgesehen, dass sich die effektive Breite des Führungskanals über dessen Höhererstreckung ändert, wobei die zu betrachtende Höhe des Kanals zwischen der Kanalunterseite und dem Behälterboden relevant ist. Durch die vorgesehene Querschnittsveränderung des Führungskanals soll innerhalb der Höhererstreckung des Kanals eine Zone geschaffen werden, in der  
20 eine Beruhigung der Strömung im Beschichtungsmetall erfolgen kann, womit angestrebt wird, dass sich hierdurch auch die Badoberfläche beruhigt.

Nach einer ersten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der Verlauf der den Führungskanal begrenzenden Wände zumindest abschnittsweise trichterförmig  
25 ausgebildet ist. Der trichterförmige Abschnitt kann sich dabei unmittelbar an den Bodenbereich des Behälters anschließen und mit seiner breiteren Seite nach oben angeordnet sein. Dabei kann insbesondere vorgesehen werden, dass die Höhererstreckung des trichterförmigen Abschnitts höchstens 30 % der Höhererstreckung des Führungskanals beträgt.

30

- Eine alternative oder additive Ausgestaltung sieht vor, dass die den Führungskanal begrenzenden Wände eine Einschnürung aufweisen. Wiederum alternativ oder additiv hierzu kann vorgesehen werden, dass die den Führungskanal begrenzenden Wände eine Erweiterung aufweisen. Die Einschnürung bzw. die  
35 Erweiterung kann im Querschnitt im wesentlichen die Form eines Kreisabschnittes aufweisen.

5

Eine weitere Strömungsberuhigung kann erreicht werden, wenn gemäß einer Weiterbildung vorgesehen wird, dass im Behälter und/oder im Führungskanal mindestens ein Strömungsleitelement angeordnet ist. Das Strömungsleitelement ist mit Vorteil als ebenes, schmales Blech ausgebildet, dessen Längsachse sich in Richtung senkrecht auf die Förderrichtung des Metallstranges und senkrecht auf die Richtung normal auf die Oberfläche des Metallstranges erstreckt. Ferner kann das mindestens eine Strömungsleitelement im Führungskanal im Bereich der Erweiterung angeordnet sein.

10

15

Eine weitere Beruhigung der Badoberfläche kann erreicht werden, wenn gemäß einer weiteren Fortbildung vorgesehen wird, dass im Bereich der Oberfläche des Beschichtungsmetalls im Behälter mindestens eine Badberuhigungsplatte angeordnet ist. Diese liegt auf der Badoberfläche auf oder ist in geringer Höhe über dem Bad angeordnet. Die Position der Badberuhigungsplatte kann dabei mittels eines Aktuators in der Höhe einstellbar sein. Die Badberuhigungsplatte besteht bevorzugt aus keramischem Material.

20

Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen wird erreicht, dass die Oberfläche des Metallbades trotz Einsatz des elektromagnetischen Verschlusses relativ ruhig bleibt, so dass sichergestellt ist, dass eine hohe Qualität der Tauchbeschichtung erreicht werden kann.

25

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

30

Fig. 1      schematisch eine Schmelztauch-Beschichtungsvorrichtung mit einem durch diese hindurch geführten Metallstrang in der Seitenansicht im Schnitt,

5 Fig. 2 eine alternative Ausgestaltung zu Fig. 1, wobei lediglich der Bereich des Bodens des Behälters für das Beschichtungsmetall und der sich nach unten anschließende Führungskanal dargestellt ist, und

Fig. 3 eine weitere alternative Ausgestaltung analog zu Fig. 2.

10

Die in den Figuren dargestellte Vorrichtung weist einen Behälter 3 auf, der mit schmelzflüssigem Beschichtungsmetall 2 gefüllt ist. Bei diesem kann es sich beispielsweise um Zink oder Aluminium handeln. Der zu beschichtende Metallstrang 1 in Form eines Stahlbandes passiert den Behälter 3 in Förderrichtung R vertikal nach oben. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass es grundsätzlich auch möglich ist, dass der Metallstrang 1 den Behälter 3 von oben nach unten passiert.

15

Zum Durchtritt des Metallstranges 1 durch den Behälter 3 ist dieser im Bodenbereich geöffnet; hier befindet sich ein übertrieben groß bzw. breit dargestellter Führungskanal 4. Dieser hat einen Bereich H der Höhererstreckung. Dabei ist anzumerken, dass dieser Bereich H vom Bodenbereich 8 des Behälters 3 bis zur Unterseite 7 des Führungskanals 4 gerechnet wird und denjenigen Bereich darstellt, der für den Durchtritt des Metallstranges 1 einen Öffnungsspalt vorsieht.

25

Damit das schmelzflüssige Beschichtungsmetall 2 nicht durch den Führungskanal 4 nach unten abfließen kann, befinden sich beiderseits des Metallstranges 1 zwei elektromagnetische Induktoren 5, die ein magnetisches Feld erzeugen, das der Schwerkraft des Beschichtungsmetalls 2 entgegenwirkt und damit den Führungskanal 4 nach unten hin abdichtet.

30

Bei den Induktoren 5 handelt es sich um zwei gegenüber angeordnete Wechselfeld- oder Wanderfeldinduktoren, die im Frequenzbereich von 2 Hz bis 10 kHz betrieben werden und ein elektromagnetisches Querfeld senkrecht zur Förderrichtung R aufbauen. Der bevorzugte Frequenzbereich für einphasige

35

- 5 Systeme (Wechselfeldinduktoren) liegt zwischen 2 kHz und 10 kHz, der für mehrphasige Systeme (z. B. Wanderfeldinduktoren) zwischen 2 Hz und 2 kHz.

Zur Stabilisierung des Metallstranges 1 in der Mittenebene des Führungskanals 4 können - nicht dargestellte - Korrekturspulen beiderseits des Führungskanals  
10 4 bzw. des Metallstranges 1 angeordnet sein. Diese werden von Regelungsmitteln so angesteuert, dass die Überlagerung der magnetischen Felder der Induktoren 5 und der Korrekturspulen den Metallstrang 1 stets mittig im Führungskanal 4 hält.

- 15 Mittels der Korrekturspulen kann das magnetische Feld der Induktoren 5 je nach Ansteuerung verstärkt oder abgeschwächt werden (Superpositionsprinzip der Magnetfelder). Auf diese Weise kann auf die Lage des Metallstranges 1 im Führungskanal 4 Einfluss genommen werden.

- 20 Um eine Beruhigung der Badoberfläche im Behälter 3 zu erreichen, ist vorgesehen, dass der Abstand  $d$  der den Führungskanal 4 begrenzenden Wände 6 in Richtung  $N$  normal auf die Oberfläche des Metallstranges 1 im Bereich  $H$  der Höhenerstreckung des Führungskanals 4 zwischen dessen Unterseite 7 und dem Bodenbereich 8 des Behälters 3 nicht konstant ausgebildet ist.

25

- Wie aus Fig. 1 hervorgeht, wird dies in diesem Ausführungsbeispiel dadurch bewerkstelligt, dass sich unmittelbar unter dem Bodenbereich 8 des Behälters 3 ein trichterförmiger Abschnitt 9 anschließt, wobei der Trichter 9 mit seiner breiten Seite am Bodenbereich 8 des Behälters 3 angrenzt. Über eine Höhenerstreckung  $h$  des trichterförmigen Abschnitts 9 reduziert sich der Abstand  $d$  der  
30 den Führungskanal 4 begrenzenden Wände 6 auf den Wert, der unterhalb des trichterförmigen Abschnitts 9 erreicht und dann nach unten konstant gehalten wird.

- 35 Die Wahl dieser Ausgestaltung hat sich durch folgende Erkenntnis ergeben: Bei der industriellen Erprobung der in Rede stehenden Schmelztauchbeschich-

5 tungsrichtungen traten Zustände auf, die eine ruhige Badoberfläche erzeugten. Die Auswertung der Daten ergab allerdings, dass hier ein Zusammenspiel von Pegelhöhe im Beschichtungsbad und der eingestellten Abdichtleistung der Induktoren 5 die Ursache war. Ein Regelbetrieb für die Position des Metallstranges 1 im Führungskanal 4 mittels der erwähnten Korrekturspulen zeigte  
10 des weiteren, dass die Regeleingriffe lokal die Unruhe an der Badoberfläche verstärken. Es handelt sich hier also um eine Kombination mehrerer konkurrierender Effekte. Es ist nicht möglich, lediglich die Leistung der Induktoren 5 herunter zu fahren, da man dadurch Leckagen erhalten würde. Die Induktorleistung richtet sich jedoch – wie oben ausgeführt – nach der Pegelhöhe im Beschichtungsbad, die möglichst groß sein sollte. Man benötigt jedoch auch die Regelung der Position des Metallstranges 1 im Führungskanal 4, was lokale Unruhe erzeugt. Vorgeschlagen wird daher die erläuterte Veränderung der Geometrie des Führungskanals 4 bzw. die noch weiter unten detailliert erläuterten Zusatzmaßnahmen zur Beruhigung der Badoberfläche.

20 Die in Fig. 1 illustrierte Ausgestaltung des Führungskanals 4 mit trichterförmigem Abschnitt 9 stellt eine Maßnahme dar, die darauf abstellt, dass die aus dem Führungskanal 4 kommende Strömung im Beschichtungsmetall 2 so gelenkt wird, dass es an der Badoberfläche keine Badaufwallungen gibt. Weiterhin besteht die Möglichkeit, durch geeignete Maßnahme die Turbulenz in der Strömung, die durch die Induktoren 5 im Beschichtungsmetall hervorgerufen wird,  
25 lokal auf den Bereich des Führungskanals 4 zu begrenzen.

Das Vorsehen des trichterförmigen Abschnitts 9 stellt einen ersten wesentlichen  
30 Effekt dar, mit dem die Strömung im Beschichtungsmetall 2 im Bereich des Führungskanals 4 gelenkt werden kann. Durch den trichterförmigen Abschnitt 9 werden die Badaufwallungen an der Oberfläche des Metallbades reduziert, weil durch die vorgeschlagene Geometrie der nach oben im Führungskanal 4 gerichteten Strömung Platz zum Ausweichen in das Volumen des Behälters 3 gegeben wird. Hierdurch wird die lokale Turbulenz herabgesetzt bzw. aufgefangen.  
35



5

Badaufwallungen auf der Oberfläche des Beschichtungsmetalls 2 werden dadurch verhindert bzw. vermindert, die ansonsten bedingen würden, dass das „Luftmesser“ nicht auf einen für die Qualität der Beschichtung passenden Abstand zur Badoberfläche eingestellt werden kann.

10

Eine weitere Maßnahme zur Strömungslenkung ist die Auflage von Badberuhigungsplatten 16, beispielsweise aus keramischem Material, auf die Oberfläche 15 des Beschichtungsbades. Die Badberuhigungsplatten 16 werden auf der Oberfläche 15 des Beschichtungsmetalls 2 gehalten bzw. nahe der Oberfläche positioniert. Hierzu dienen Aktuatoren 17, mit denen die geeignete Höhe der horizontal angeordneten Badberuhigungsplatten 16 eingestellt werden kann. Hierdurch werden die Turbulenzen, die gegebenenfalls bis zur Badoberfläche durchgedrungen sind, in horizontale Richtung umgelenkt, so dass Badaufwallungen verhindert werden können.

20

Eine weitere Möglichkeit der Strömungslenkung besteht durch das Einfügen von Strömungsleitelementen 12, 12', 12'', 13, 13' – als Leitplatten bzw. Leitflügel ausgebildet – in das flüssige Beschichtungsmetall 2. Wie Fig. 1 entnommen werden kann, sind diese Strömungsleitelemente 12, 12', 12'' als schmale Platten ausgebildet, deren Längsachse 14 senkrecht auf der Zeichenebene steht. Sie sind unter einem gewünschten Winkel angeordnet und sorgen dafür, dass die Strömung im Beschichtungsmetall in horizontale Richtung umgelenkt wird, so dass Badaufwallungen minimiert werden. Die Strömungsleitelemente 12, 12', 12'' sind dabei relativ nahe am Metallstrang 1 angeordnet.

30

Als Maßnahmen zur lokalen Begrenzung der Strömung auf den Bereich des Führungskanals 4 sind weitere Ausgestaltungen möglich, die in den Figuren 2 und 3 illustriert sind.

35

Generell kann gesagt werden, dass die Induktoren 5 durch ihre Pumpwirkung eine turbulente Strömung vor allem im Führungskanal 4 erzeugen. Als Maß-

5   nahme zur Unterdrückung von Aufwallungen auf der Badoberfläche besteht die  
Möglichkeit, durch Änderungen der Geometrie des Führungskanals 4 Platz zum  
Ausweichen der Turbulenzen bereits im Bereich des Führungskanals 4 zu  
schaffen oder die Ausbreitung dieser Turbulenzen in den Behälter 3 durch Weh-  
re zu behindern und so die Turbulenz auf den Bereich des Führungskanals 4 zu  
10   begrenzen.

Dies erfolgt bereits in erheblichem Umfang durch den trichterförmigen Abschnitt  
9, der in Fig. 1 illustriert ist. In Fig. 2 ist alternativ oder additiv hierzu vorgese-  
hen, dass im Bereich der Höhenerstreckung H des Führungskanals 4 eine Ein-  
15   schnürung 10 vorgesehen ist, die eine Art Steg oder Wehr darstellt und bevor-  
zugt unmittelbar unterhalb des Bodenbereichs 8 des Behälters 3 angeordnet ist  
(besonders bewährt hat sich der Bereich zwischen dem – nicht dargestellten –  
Kanalfansch und dem Behälterboden).

20   Wie Fig. 2 entnommen werden kann, weisen die begrenzenden Wände 6 im  
Bereich der Einschnürung 10 im Querschnitt die Form des Abschnitts eines  
Kreises auf. Hierdurch wird eine gewisse Strömungsberuhigung erzielt.

Durch die Einschnürung 10 wird zunächst die Ausbreitung der Turbulenz in den  
25   Behälter 3 be- bzw. verhindert. Die bei einer solchen Maßnahme zu befürch-  
tende Aluminiumverarmung im Führungskanal 4 tritt nicht auf, da das Volumen  
an Beschichtungsmetall 2 im Führungskanal 4 nur gering ist und die Nachfüh-  
rung von frischem Beschichtungsmetall aus dem Beschichtungsbehälter über  
dem Kanal durch den normalen Austrag an Beschichtungsmetall sichergestellt  
30   wird. Des weiteren ist die bei einer solchen Maßnahme zu befürchtende höhere  
Wahrscheinlichkeit einer Bandberührung (zwischen Metallstrang 1 und Ein-  
schnürung 10) nur gering, da hier keine ferromagnetischen Anziehungskräfte  
wie im Kanalbereich mehr herrschen und die Selbstzentrierung des Metall-  
stranges 1 zwischen den beiden Seiten der Einschnürung 10 durch den Effekt  
35   zweier angeströmter Leitbleche bekannt ist. Die Ausführung und Form eines  
solchen Wehres in Form der Einschnürung 10 sowie dessen lichte Weite für

- 5 den Metallstrang 1 entspricht den strömungstechnischen Anforderungen in dem Zwischenbereich zwischen Führungskanal 4 und Behälter 3.

In Fig. 3 ist eine weitere alternative Ausgestaltung illustriert. Hier ist vorgesehen, dass im Bereich der Höhererstreckung H des Führungskanals 4 eine Erweiterung 11 angeordnet ist und zwar vorliegend oberhalb des Höhenbereichs, über den sich die Induktoren 5 erstrecken (was auch im Falle der Ausgestaltung gemäß Fig. 2 von Vorteil ist).

Die Erweiterung 11 stellt in gewisser Weise ein Ausgleichsvolumen zwischen Führungskanal 4 und dem Bodenbereich 8 des Behälters 3 dar. Hierdurch wird erreicht, dass sich die Turbulenz im Führungskanal schon vor dem Erreichen des Behälters 3 ausdehnen und beruhigen kann und somit nicht mehr die Strömungsverhältnisse im Behälter 3 tangiert. Es wird also erreicht, dass sich die Strömung im Führungskanal 4 nicht mehr weiter in den darüber liegenden Behälter 3 fortsetzt, sondern das Beschichtungsmetall 2 wieder in den tiefer liegenden Bereich des Führungskanals 4 gelangt, in dem die Turbulenzen herrschen.

Auch für diese Ausgestaltung gilt hinsichtlich einer möglichen Aluminiumverarmung bzw. Selbstzentrierung des Stranges 1 dasselbe, was bereits oben im Zusammenhang mit Fig. 2 ausgeführt wurde.

Nicht dargestellt ist, dass sich an die Erweiterung 11 in der Fortsetzung nach oben eine Einschnürung 10 gemäß Fig. 2 anschließen kann.

Die geometrische Ausgestaltung der Erweiterung 11 entspricht, wie oben im Zusammenhang mit Fig. 2 ausgeführt, den strömungstechnischen Anforderungen in dem Bereich zwischen Führungskanal 4 und Behälter 3.

Eine weitere Maßnahme zur lokalen Begrenzung der Strömungen auf den Bereich des Führungskanals 4 ist gleichermaßen in Fig. 3 illustriert. Hier sind im

5 Bereich der Erweiterung 11 Strömungsleitelemente 13 und 13' angeordnet, die von ihrer Funktion her den Strömungsleitelementen 12, 12', 12'' entsprechen, die oben beschrieben wurden. Durch den Einsatz der Strömungsleitelemente 13, 13' (in Form von Leitstegen bzw. Leitflügeln) zwischen Unterseite 7 des Führungskanals 4 und Bodenbereich 8 des Behälters 3 können Turbulenzen  
10 wieder nach unten umgelenkt werden. Die Strömungsleitelemente 13, 13' unterstützen die gewünschte Ausbildung der Strömungsverhältnisse im Bereich der Erweiterung 11 und haben einen Abbau von Turbulenzen zur Folge.

Die Realisierung der genannten Maßnahmen ist sehr einfach umzusetzen, da  
15 sich neben Metall auch keramische Materialien sehr gut bearbeiten und zusammenfügen lassen. Sie sind auch hinreichend resistent, was den Einsatz in der aggressiven Umgebung des Beschichtungsmetalls 2 anbelangt.

Besonders bevorzugt kommt die Kombination der in den Figuren 1, 2 und 3 beschriebenen Maßnahmen zum Einsatz, die in der Superposition eine insgesamt  
20 turbulenzarme Strömung im Führungskanal 4 und im Behälter 3 erzeugen und so zu einer guten Beruhigung der Oberfläche des Beschichtungsmetalls 2 im Behälter 3 führen.

5

**Bezugszeichenliste:**

10	1	Metallstrang (Stahlband)
	2	Beschichtungsmetall
	3	Behälter
	4	Führungskanal
	5	Induktor
15	6	begrenzende Wand
	7	Unterseite des Führungskanals
	8	Bodenbereich des Behälters
	9	trichterförmiger Abschnitt
	10	Einschnürung
20	11	Erweiterung
	12, 12', 12"	Strömungsleitelement
	13, 13'	Strömungsleitelement
	14	Längsachse des Strömungsleitelements
	15	Oberfläche des Beschichtungsmetalls
25	16	Badberuhigungsplatte
	17	Aktuator
	d	Abstand der den Führungskanal begrenzenden Wände
	N	Normalenrichtung auf die Oberfläche des Metallstranges
30	H	Bereich der Höhenerstreckung des Führungskanals
	h	Höhenerstreckung des trichterförmigen Abschnitts
	R	Förderrichtung

5

**Patentansprüche:**

10

1. Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges (1), insbesondere eines Stahlbandes, in der der Metallstrang (1) vertikal durch einen das geschmolzene Beschichtungsmetall (2) aufnehmenden Behälter (3) und durch einen vorgeschalteten Führungskanal (4) hindurchgeführt wird, mit mindestens zwei beiderseits des Metallstranges (1) im Bereich des Führungskanals (4) angeordneten Induktoren (5) zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls (2) im Behälter (3),

15

**dadurch gekennzeichnet,**

20

dass der Abstand (d) der den Führungskanal (4) begrenzenden Wände (6) in Richtung (N) normal auf die Oberfläche des Metallstranges (1) im Bereich (H) der Höhenerstreckung des Führungskanals (4) zwischen dessen Unterseite (7) und dem Bodenbereich (8) des Behälters (3) nicht konstant ausgebildet ist.

25

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Verlauf der den Führungskanal (4) begrenzenden Wände (6) zumindest abschnittsweise trichterförmig (9) ausgebildet ist.

30

3. Vorrichtung nach Anspruch 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass sich der trichterförmige Abschnitt (9) unmittelbar an den Bodenbereich (8) des Behälters (3) anschließt und mit seiner breiteren Seite nach oben angeordnet ist.

35

- 5     4.     Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3,  
         **dadurch gekennzeichnet,**  
         dass die Höhererstreckung (h) des trichterförmigen Abschnitts (9) höchstens 30 % der Höhererstreckung (H) des Führungskanal (4) beträgt.
- 10    5.     Vorrichtung nach Anspruch 1,  
         **dadurch gekennzeichnet,**  
         dass die den Führungskanal (4) begrenzenden Wände (6) eine Einschnürung (10) aufweisen.
- 15    6.     Vorrichtung nach Anspruch 1,  
         **dadurch gekennzeichnet,**  
         dass die den Führungskanal (4) begrenzenden Wände (6) eine Erweiterung (11) aufweisen.
- 20    7.     Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6,  
         **dadurch gekennzeichnet,**  
         dass die Einschnürung (10) bzw. die Erweiterung (11) im Querschnitt im wesentlichen die Form eines Kreisabschnittes aufweist.
- 25    8.     Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
         **dadurch gekennzeichnet,**  
         dass im Behälter (3) und/oder im Führungskanal (4) mindestens ein Strömungselement (12, 12', 12'', 13, 13') angeordnet ist.
- 30    9.     Vorrichtung nach Anspruch 8,  
         **dadurch gekennzeichnet,**  
         dass das Strömungselement (12, 12', 12'', 13, 13') als ebenes, schmales Blech ausgebildet ist, dessen Längsachse (14) sich in Richtung senkrecht auf die Förderrichtung (R) des Metallstranges (1) und senkrecht auf  
35     die Richtung (N) normal auf die Oberfläche des Metallstranges (1) erstreckt.

5

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass das mindestens eine Strömungsleitelement (13, 13') im Führungskanal (4) im Bereich der Erweiterung (11) angeordnet ist.

10

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass im Bereich der Oberfläche (15) des Beschichtungsmetalls (2) im Behälter (3) mindestens eine Badberuhigungsplatte (16) angeordnet ist.

15

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Position der Badberuhigungsplatte (16) mittels eines Aktuators (17) in der Höhe einstellbar ist.

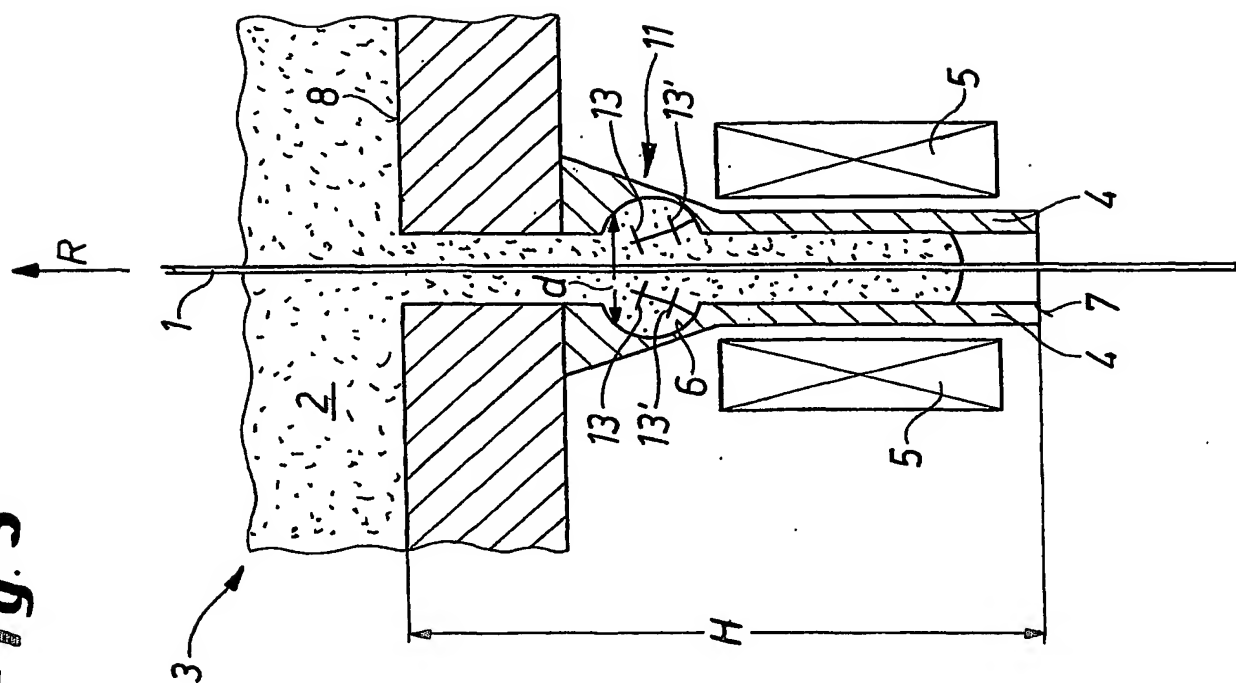
20

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Badberuhigungsplatte (16) aus keramischem Material besteht.

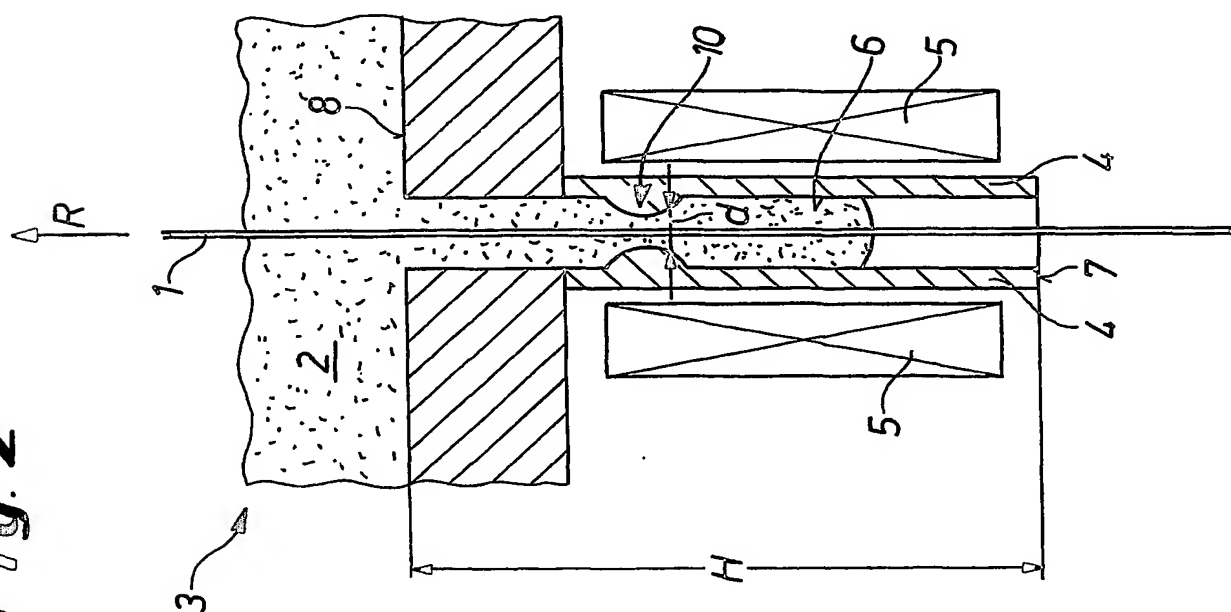




**Fig. 3**



**Fig. 2**



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/006479

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C23C2/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 12, 29 October 1999 (1999-10-29) & JP 11 193451 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD; KAWASAKI STEEL CORP; NISSHIN STEEL CO LTD), 21 July 1999 (1999-07-21) abstract	1-3
Y	EP 0 659 897 A (MANNESMANN AG) 28 June 1995 (1995-06-28) abstract; figure 2	1-3
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 06, 31 July 1995 (1995-07-31) & JP 7 076759 A (KAWASAKI STEEL CORP), 20 March 1995 (1995-03-20) abstract	8, 10
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 November 2004

Date of mailing of the international search report

05/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Elsen, D

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
/EP2004/006479

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 02, 31 March 1995 (1995-03-31) & JP 6 306556 A (NKK CORP), 1 November 1994 (1994-11-01) abstract -----	8,10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0174, no. 92 (C-1107), 7 September 1993 (1993-09-07) & JP 5 125512 A (NKK CORP), 21 May 1993 (1993-05-21) abstract -----	11-13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0041, no. 59 (C-030), 6 November 1980 (1980-11-06) & JP 55 104466 A (NIPPON PAINT CO LTD), 9 August 1980 (1980-08-09) abstract -----	11-13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

EP2004/006479

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 11193451	A	21-07-1999	NONE	
EP 0659897	A	28-06-1995	DE 4344939 C1 AT 138695 T DE 59400316 D1 EP 0659897 A1 ES 2087793 T3 FI 946042 A	09-02-1995 15-06-1996 04-07-1996 28-06-1995 16-07-1996 24-06-1995
JP 7076759	A	20-03-1995	NONE	
JP 6306556	A	01-11-1994	JP 2842204 B2	24-12-1998
JP 5125512	A	21-05-1993	NONE	
JP 55104466	A	09-08-1980	JP 1192382 C JP 58022546 B	29-02-1984 10-05-1983

Best Available Copy

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 C23C2/24

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 C23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1999, Nr. 12, 29. Oktober 1999 (1999-10-29) & JP 11 193451 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD; KAWASAKI STEEL CORP; NISSHIN STEEL CO LTD), 21. Juli 1999 (1999-07-21) Zusammenfassung	1-3
Y	EP 0 659 897 A (MANNESSMANN AG) 28. Juni 1995 (1995-06-28) Zusammenfassung; Abbildung 2	1-3
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1995, Nr. 06, 31. Juli 1995 (1995-07-31) & JP 7 076759 A (KAWASAKI STEEL CORP), 20. März 1995 (1995-03-20) Zusammenfassung	8,10
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

1. November 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Elsen, D

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1995, Nr. 02, 31. März 1995 (1995-03-31) & JP 6 306556 A (NKK CORP), 1. November 1994 (1994-11-01) Zusammenfassung -----	8,10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0174, Nr. 92 (C-1107), 7. September 1993 (1993-09-07) & JP 5 125512 A (NKK CORP), 21. Mai 1993 (1993-05-21) Zusammenfassung -----	11-13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0041, Nr. 59 (C-030), 6. November 1980 (1980-11-06) & JP 55 104466 A (NIPPON PAINT CO LTD), 9. August 1980 (1980-08-09) Zusammenfassung -----	11-13

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/006479

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 11193451	A	21-07-1999	KEINE		
EP 0659897	A	28-06-1995	DE	4344939 C1	09-02-1995
			AT	138695 T	15-06-1996
			DE	59400316 D1	04-07-1996
			EP	0659897 A1	28-06-1995
			ES	2087793 T3	16-07-1996
			FI	946042 A	24-06-1995
JP 7076759	A	20-03-1995	KEINE		
JP 6306556	A	01-11-1994	JP	2842204 B2	24-12-1998
JP 5125512	A	21-05-1993	KEINE		
JP 55104466	A	09-08-1980	JP	1192382 C	29-02-1984
			JP	58022546 B	10-05-1983